



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 43 40 593 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 02 F 1/1333**  
G 09 F 9/35

②① Aktenzeichen: P 43 40 593.2  
②② Anmeldetag: 29. 11. 93  
②③ Offenlegungstag: 1. 6. 94

DE 43 40 593 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
30.11.92 JP P 320848/92

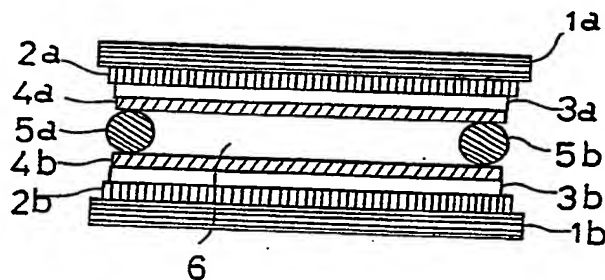
⑦① Anmelder:  
Sharp K.K., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:  
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,  
Dipl.-Ing., 81679 München; Steinmeister, H.,  
Dipl.-Ing.; Wiebusch, M., 33617 Bielefeld; Urner, P.,  
Dipl.-Phys. Ing.(grad.) ; Merkle, G., Dipl.-Ing. (FH),  
Pat.-Anwälte, 81679 München

⑦② Erfinder:  
Tsutsumi, Miho, Tenri, Nara, JP; Tsuda, Kazuhiko,  
Shijonawate, Osaka, JP; Kozaki, Shuichi, Nara, JP

⑤④ Flüssigkristalldisplay

⑤⑦ Es wird ein bistabiles Flüssigkristalldisplay angegeben, bei dem ein Paar Substrate (1a, 1b), auf denen durchsichtige Elektroden (2a, 2b) ausgebildet sind, ungefähr parallel zueinander ausgerichtet sind, wobei ein Ausrichtungsfilm (4a, 4b) auf jeder der durchsichtigen Elektroden ausgebildet ist und ein nematischer Flüssigkristall (6) zwischen das Paar Substrate eingefüllt ist, um eine Flüssigkristallzelle zu bilden, und eine Umschaltvorrichtung vorhanden ist, um die optische Achse des Flüssigkristalls durch wahlweises Anlegen einer Spannung an die Elektroden umzuschalten, wobei ein Isolierfilm (3a, 3b) zwischen dem Substrat und dem Ausrichtungsfilm vorhanden ist.



DE 43 40 593 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 022/429

13/35

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Flüssigkristalldisplay, das den elektrooptisch bistabilen Effekt eines nematischen Flüssigkristalls verwendet.

Zu bisherigen Anzeigeverfahren unter Verwendung eines Flüssigkristalls gehören das Verfahren mit dynamischer Streuung (DS) zum Umsetzen eines an einen Flüssigkristall gelegten elektrischen Signals in optische Daten, das Verfahren mit elektrisch gesteuerter Doppelbrechung (ECB = Electrically Controlled Birefringence), das Phasenänderungs(PC = Phase Change)-Verfahren, das Speichermusterverfahren, das Gast-Wirt(GH = Guest-Host)-Verfahren und das Verfahren mit einem oberflächenstabilisierten Ferroelektrikum (SSF = Surface Stabilized Ferroelectric).

Unter den Verfahren, die für Anzeigevorrichtungen in Erzeugnissen wie Uhren, wissenschaftlichen Taschenrechnern, Wortprozessoren, PCs und Fernsehgeräten verwendet werden, sind vor allem das Verfahren mit verdreht nematischem Flüssigkristall (TN = Twisted Nematic) und das Verfahren mit superverdrehtem nematischem Flüssigkristall (STN = Supertwisted Nematic), das eine Verbesserung des TN-Verfahrens ist, von Bedeutung.

Diese Verfahren nutzen alle einfachstabile Flüssigkristalle, wobei dieselben einer solchen Orientierungsbehandlung unterzogen werden, daß die Flüssigkristallmoleküle parallel zum Substrat in einer Richtung ausgerichtet sind. Es existiert bereits eine Patentanmeldung für Flüssigkristalldisplays mit einer Isolierschicht zwischen dem Glassubstrat und der Ausrichtungsbehandlungsschicht (s. Veröffentlichung Nr. 51 (1976)-124941 zu einer japanischen Patentanmeldung). Ferner existiert eine Patentanmeldung in bezug auf ein Verfahren, bei dem als Teil einer Ausrichtungsbehandlung Schrägabscheidung aus der Dampfphase erfolgt oder ein isolierender, anorganischer Dünnsfilm auf ein Substrat mit einer Elektrode aufgetragen wird (s. Veröffentlichung Nr. 57 (1982)-112714 zu einer japanischen Patentanmeldung).

Als bistabile Flüssigkristalldisplays, die einen nematischen Flüssigkristall benutzen, wie dies bei der Erfindung geschieht, hat G. Durand zwei verschiedene Arten vorgeschlagen.

Die eine dieser Arten verwendet ein chirales Ion zum Erzeugen einer Verdrehungskraft (Veröffentlichung WO-91/11747 zu einer internationalen Patentanmeldung). Bei einer solchen Vorrichtung werden sowohl rechts- als auch linksdrehende chirale Ionen mit einem Flüssigkristall vermischt, um eine Abweichung der Ionenverteilung durch eine Spannung zu bewirken, um dadurch eine Verdrehkraft hervorzurufen. Bei einem solchen Verfahren ermöglicht es das Anlegen eines impulsförmigen elektrischen Feldes, wie dies aus einem Flüssigkristalldisplay mit oberflächenstabilisiertem Ferroelektrikum (SSFLCD) erkennbar ist, die Flüssigkristallmoleküle in eine Lage parallel zur Substratfläche umzuschalten. Jedoch hat dieses Verfahren einen wesentlichen Nachteil hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit, da es nicht reine Ionen zum Betreiben der Vorrichtung verwendet.

Die andere Art Flüssigkristalldisplay verwendet eine Verbiegungspolarisation als antreibende Drehkraft. Als Ausrichtungsfilm wird ein durch Schrägaufdampfung aus der Dampfphase hergestellter SiO-Film verwendet. Diese Vorrichtung nutzt die Tatsache, daß es eine geeignete Auswahl der Filmherstellbedingungen erlaubt, daß der nematische Flüssigkristall eine stabile Ausrichtung in zwei Richtungen zeigt (Veröffentlichung WO-92/00546 zu einer internationalen Patentanmeldung). Es wird angenommen, daß dort hohe Zuverlässigkeit ohne die Schwierigkeit von Verunreinigungen erwartet werden kann, da die aus einer Ausrichtungsverzerrung herrührende Verbiegungspolarisation als antreibende Verdrehkraft verwendet wird. Bei diesem Verfahren erlaubt es das Anlegen eines impulsförmigen elektrischen Feldes, wie dies auch beim SSFLCD erkennbar ist, das Umschalten der Flüssigkristallmoleküle in eine Richtung parallel zur Oberfläche des Substrats. Die Ansprechzeit beträgt ungefähr 100 µsec. Da der Flüssigkristall in eine Richtung parallel zur Substratfläche umgeschaltet wird, kann keine Abhängigkeit des Betrachtungswinkels erkannt werden. Daneben besteht bei dieser Vorrichtung kein Ausrichtungsproblem wie bei einem SSFLCD, da diese Art von Flüssigkristalldisplay einen nematischen Flüssigkristall verwendet, und es ist ein ausreichend großer Bereich der Betriebstemperatur möglich. Das erfindungsge-  
mäßige Flüssigkristalldisplay gehört zum letzteren Typ.

Fig. 3 zeigt den Aufbau eines nematischen, bistabilen Displays auf Grundlage der Verbiegungspolarisation, wie sie von G. Durand berichtet wurde (s. SID-Dokumente, S. 606—607, Appl. Phys. Lett. 60 (9), 2. März 1992, S. 1085—1086). In Fig. 3 sind Glassubstrate 1a, eine Flüssigkristallschicht 6, transparente Elektroden 2a, 2b, SiO-Ausrichtungsfilm 4a, 4b sowie Abstandshalter 5a, 5b dargestellt. Der Dampfabscheidungsrichtungswinkel für den SiO-Ausrichtungsfilm ist auf ungefähr 74° gegen die Normale auf dem Substrat ausgerichtet, wobei die Dicke des Films ungefähr 3 nm beträgt und der Durchmesser der Abstandshalter ungefähr 1 bis 3 µm ist. Unter diesen Umständen sind die Flüssigkristallmoleküle, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, um den Winkel  $\Theta^\circ$  gegen die Substratfläche geneigt. Darüber hinaus ist die auf die Substratfläche projizierte Richtung um  $\alpha^\circ$  bis  $-\alpha^\circ$  verdreht, um Richtungen A und B zu erzeugen, in denen die Flüssigkristallmoleküle einen bistabilen Zustand zeigen. Darüber hinaus zeigen die Flüssigkristallmoleküle dann, wenn die Dicke der Zelle ausreichend auf 1 bis 3 µm verringert wird, einen stabilen Zustand in der Richtung rechtwinklig zur Dampfabscheidungsrichtung des SiO und in der Richtung C parallel zur Substratfläche auf.

Fig. 4 zeigt die SiO-Dampfabscheidungsrichtung und die Richtung, in der die Flüssigkristallmolekül-Ausrichtung stabil sein kann. Die Ausrichtungsbehandlungsrichtungen für das obere und untere Substrat werden so bestimmt, daß die Dampfabscheidungsrichtung für das SiO um 45° gegen die antiparallele Richtung verdreht wird. Es wird ein Flüssigkristallmaterial verwendet, das so mit einem chiralen Material dotiert ist, daß es zwischen dem oberen und unteren Substrat eine Verdrehung von 22,5° hervorruft. Übrigens ist die Verdrehrichtung der Flüssigkristallmoleküle so eingestellt, daß sie der Verdrehrichtung gemäß der SiO-Dampfabscheidung zwischen dem oberen und unteren Substrat entgegengesetzt ist.

In den Zeichnungen bezeichnet der gestrichelte Pfeil die SiO-Dampfabscheidungsrichtung. Bezugswerte (1) bis (3) sowie (1)' bis (3)' bezeichnen Richtungen stabiler Ausrichtung, die die Flüssigkristallmoleküle an jeder

Substratfläche einnehmen können. Auf diese Weise ist die Struktur des Flüssigkristalldisplays dadurch bedingt, daß die SiO-Dampfabcheidung um 45° gegen die antiparallele Ausrichtung verdreht wird. Daher ist dann, wenn ein Flüssigkristallmaterial mit den obigen Bedingungen in eine Zelle eingebracht wird, die Orientierung, die im stabilen Zustand möglich ist, durch die Wirkung des chiralen Materials begrenzt. Die Flüssigkristallmoleküle können in Kombinationen stabil sein, wie sie mit (2) bis (3)' sowie (3) bis (1)' dargestellt sind.

Fig. 5 ist ein Querschnitt durch eine Zelle. Das Symbol a entspricht der Ausrichtung (2) bis (3)', während das Symbol b der Ausrichtung (3) bis (1)' entspricht. Wenn ein Flüssigkristallmolekül Keilform aufweist, erzeugt die Ausrichtungsverzerrung auf dem aufgespritzten Material eine Verbiegungspolarisation. Der Pfeil in Fig. 6 bezeichnet die Richtung der Verbiegungspolarisation. Hierbei sind die vertikalen Komponenten der mit a und b bezeichneten Verbiegungspolarisationen in zueinander entgegengesetzten Richtungen ausgerichtet. Dadurch ist es möglich, den bistabilen Zustand dadurch zu ändern, daß die vertikale Komponente der Verbiegungspolarisation durch Anlegen eines impulsförmigen elektrischen Feldes umgekehrt wird.

Wenn jedoch der SiO-Ausrichtungsfilm direkt auf dem Substrat ausgebildet wird, wie dies beim obigen Verfahren der Fall ist, unterscheiden sich die Orientierungsrichtungen für den bistabilen Zustand auf der Glasoberfläche und der durchsichtigen Elektrode aufgrund der Stufe zwischen der Glasoberfläche des Substrats und der darauf ausgebildeten durchsichtigen Elektrode voneinander. Darüber hinaus wird die bistabile Ausrichtung von der Glasoberfläche oder der durchsichtigen Elektrode beeinflusst, da die Dicke des SiO-Ausrichtungsfilms gering ist. Außerdem ist der Zustand stabiler Ausrichtung in einen der folgenden stabilen Zustände abgeändert: einen Ausrichtungszustand I vor dem Anlegen eines elektrischen Feldes oder einen Ausrichtungszustand II nach dem Anlegen des elektrischen Feldes, bei dem das elektrische Feld verstärkt wird. So kann kein bistabiles Umschalten erzielt werden. Der Bericht von G. Durand beschreibt, daß Umschalten in einer Flüssigkristalldomäne mit einer Größe von 1 mm realisiert wurde. Kein bistabiles Umschalten wird über die gesamte Fläche des Anzeigeschirms erzielt. Demgemäß ist es sehr schwierig, einen gleichmäßigen Ausrichtungszustand über einen großen Teil einer Fläche zu erzielen. Außerdem führt das Anlegen eines elektrischen Feldes zu Kurzschlüssen zwischen dem oberen und unteren Substrat, da die Dicke der Flüssigkristalle mit 1,5 µm bis 3,0 µm sehr gering ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bistabiles Flüssigkristalldisplay anzugeben, das über große Anzeigeflächen zuverlässig vom einen bistabilen Zustand in den anderen umgeschaltet werden kann.

Das erfindungsgemäße Flüssigkristalldisplay ist durch die Lehre des beigefügten Anspruchs 1 gegeben. Dieses Display weist u. a. einen Isolierfilm zwischen dem Substrat und dem Ausrichtungsfilm auf.

Vorzugsweise wird der Isolierfilm bei einem solchen Flüssigkristalldisplay einer Ausrichtungsbehandlung unterzogen.

Außerdem liegt die Dicke des Isolierfilms vorzugsweise im Bereich von 0,01 bis 1 µm oder beim 0,5- bis 3,0fachen der Dicke der Elektrode.

Auch ist es bevorzugt, den Isolierfilm entweder aus einem anorganischen Dünnschicht, der materialmäßig aus der aus SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bestehenden Gruppe ausgewählt ist, oder aus einem organischen Dünnschicht herzustellen, der materialmäßig aus der ein Polyimid, einen Photoresistharz oder einen polymeren Flüssigkristall enthaltenden Gruppe ausgewählt ist.

Die Erfindung wird im folgenden in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

Fig. 1 ein schematischer Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Flüssigkristalldisplay ist;

Fig. 2 eine schematische Darstellung für den Zusammenhang zwischen der Dampfabscheidungsrichtung und der Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen ist;

Fig. 3 ein schematischer Querschnitt durch ein herkömmliches Flüssigkristalldisplay ist;

Fig. 4 eine allgemeine Darstellung zum Veranschaulichen des bistabilen Zustands eines Flüssigkristalls ist;

Fig. 5 eine Darstellung zum Veranschaulichen der Beziehung zwischen der Dampfabscheidungsrichtung und der Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen ist; und

Fig. 6 eine Darstellung zum Veranschaulichen der Ausrichtung von Flüssigkristallen über den Querschnitt einer Flüssigkristallzelle ist.

Die Erfindung schafft ein Flüssigkristalldisplay unter Verwendung eines nematischen Flüssigkristalls mit gleichmäßigem bistabilem Zustand über die gesamte Anzeigefläche sowohl in einem ersten Ausrichtungszustand vor dem Anlegen eines elektrischen Feldes als auch in einem zweiten Ausrichtungszustand nach dem Anlegen des elektrischen Feldes, wobei dasselbe abgetrennt wird.

Bei der Erfindung wird ein lichtdurchlässiges, isolierendes Substrat, z. B. Glas, verwendet. Auf diesem isolierenden Substrat wird eine durchsichtige Elektrode mit einem vorgegebenen Muster aus einem elektrisch leitenden Dünnschicht wie einem solchen aus InO<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub> oder Indium-Zinn-Oxid (ITO = Indium Tin Oxide) ausgebildet.

Auf dieser durchsichtigen Elektrode wird ein Isolierfilm ausgebildet. Als Isolierfilmmaterial kann ein anorganisches Material wie SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verwendet werden oder ein organisches Material wie Polyimid, ein Photoresistharz oder ein polymerer Flüssigkristall. Wenn der Isolierfilm aus einem anorganischen Material hergestellt wird, kann er durch Dampfabcheidung, Sputtern, chemische Abscheidung aus der Dampfphase (CVD) oder Lösungsbeschichtung ausgebildet werden. Insbesondere wird der Isolierfilm am besten durch Elektronenstrahl(EB = Electron Beam)-Dampfabcheidung ausgebildet. Wenn für den Isolierfilm ein organisches Material verwendet wird, wird z. B. eine Lösung verwendet, in der ein organisches Material oder ein Vorläufer desselben gelöst ist, um den vorstehend genannten Dünnschicht durch ein Verfahren wie das Schleuderschichtungsverfahren, das Tauchbeschichtungsverfahren, das Siebdruckverfahren, das Walzbeschichtungsverfahren oder ein Verfahren aufzubringen, bei dem das Material unter vorgegebenen Aushärtbedingungen (wie der Anwendung von Wärme- oder Lichtstrahlung) gehärtet wird, um den Isolierfilm auszubilden. Ferner ist es möglich, Verfahren wie Abscheidung aus der Dampfphase, Sputtern, CVD oder das Langmuir-Blodgett

(LB)-Verfahren anzuwenden.

Zu Ausrichtungsbehandlungsverfahren für den Isolierfilm gehören das Reibeverfahren und das Verfahren mit Schrägabscheidung aus der Dampfphase. Das Reibeverfahren ist in dem Fall bevorzugt, daß Flüssigkristalldisplays mit großer Fläche hergestellt werden. Beim Reibeverfahren wird der Isolierfilm nach seiner Herstellung einer Reibebehandlung unterzogen. Dabei wird z. B. parallel gerieben (wobei beide Seiten eines Substratpaares der Reibebehandlung unterzogen werden und sie so aufeinandergeschichtet werden, daß die Reiberichtungen in derselben Richtung ausgerichtet sind), das Antiparallel-Reibeverfahren (bei dem beide Seiten der Substrate der Reibebehandlung unterzogen werden und so aufeinandergeschichtet werden, daß die Reiberichtungen in entgegengesetzten Richtungen zeigen), und das einseitige Reibeverfahren, bei dem eine Seite der Substrate der Reibebehandlung unterzogen wird).

Vorzugsweise verfügt der Isolierfilm über eine Dicke von 0,01 bis 1  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 0,02 bis 0,5  $\mu\text{m}$ . Wenn die Dicke des Isolierfilms geringer als 0,01  $\mu\text{m}$  ist, unterliegt er einem ungünstigen Einfluß von der Oberfläche des Glases oder der Oberfläche der durchsichtigen Elektrode. Wenn die Dicke größer als 1  $\mu\text{m}$  ist, kann dies der Grund für die Erzeugung einer Stufe zwischen dem Substrat und dem Isolierfilm sein, was sehr unerwünscht ist. Darüber hinaus hat der Isolierfilm das 0,5- bis 3fache der Dicke der durchsichtigen Elektrode. Wenn der Isolierfilm weniger als das 0,5fache der Dicke der durchsichtigen Elektrode hat, neigt er dazu, von Aussparungen und Vorsprüngen der durchsichtigen Elektrode beeinflußt zu werden. Dann wird die Ausrichtungseinstellung schwierig. Wenn der Isolierfilm mehr als das 3fache der Dicke der durchsichtigen Elektrode hat, muß die Ansteuerspannung erhöht werden. Darüber hinaus sammelt sich elektrische Ladung im Isolierfilm an, wodurch ein elektrisches Feld in Umkehrrichtung erzeugt wird.

Auf dem Isolierfilm wird ein Ausrichtungsfilm ausgebildet. Für den Ausrichtungsfilm kann entweder ein anorganisches oder ein organisches Material verwendet werden. Wenn ein anorganisches Material verwendet wird, ist Schrägabscheidung von Siliciumoxid aus der Dampfphase bevorzugt. Darüber hinaus kann ein Verfahren wie Dampfabscheidung unter Rotation verwendet werden. Wenn ein organisches Material verwendet wird, können Materialien wie Nylon, Polyvinyle, Polyimide oder dergleichen verwendet werden. Normalerweise erfolgt eine Ausrichtungsbehandlung des Ausrichtungsfilms durch Reiben desselben. Darüber hinaus kann Ausrichtungsbehandlung dadurch ausgeführt werden, daß ein Material wie ein polymerer Flüssigkristall, ein LB-Film oder ein magnetischer Film verwendet wird oder ein Verfahren wie das Abstandshalter-Kanten-Verfahren (Spacer Edge Method) oder dergleichen verwendet wird. Darüber hinaus können  $\text{SiO}_2$  und  $\text{SiN}_x$  aus dem Dampf abgeschieden werden, gefolgt von einem Reiben des Films zum Erzielen einer Ausrichtung.

Der Vorabneigungswinkel ist als Neigungswinkel der Flüssigkristallmoleküle gegen die Richtung rechtwinklig zum Substrat definiert. Der Vorabneigungswinkel kann dadurch geändert werden, daß ein Ausrichtungsfilm vom Polyimidtyp mit einem Mittel zum Ändern der vertikalen Ausrichtung behandelt wird wie N, N-Octadecyl-3-Amino-Propyltrimethoxysilylchlorid (DMOAP), nachdem dieser Film gerieben wurde oder Siliciumoxid durch Schrägabscheidung aus der Dampfphase aufgebracht wurde. Bei der Reibebehandlung kann der Vorabneigungswinkel durch Ändern des zum Reiben verwendeten Tuchs, der Länge eines Felds und die Anzahl von Umdrehungen einer Walze geändert werden. Darüber hinaus können die Dampfabscheidungsbedingungen abhängig vom Abscheidungswinkel für das Siliciumoxid und der gewünschten Filmdicke geändert werden.

Erfindungsgemäß sind der Ausrichtungsfilm auf dem einen Substrat und der auf dem anderen vorzugsweise so ausgebildet, daß sich ihre Ausrichtungsrichtungen voneinander unterscheiden, insbesondere um 0 bis 90°. Bevorzugter wird der Winkel auf 15 bis 60° eingestellt.

Genauer gesagt, wird ein durch Schrägabscheidung aus der Dampfphase hergestellter  $\text{SiO}$ -Film als Ausrichtungsfilm so verwendet, daß die Abscheidungsrichtung auf den beiden Substraten auf ein kleineres Maß gegen die parallele Stellung eingestellt wird, d. h. auf weniger als die Verdrillrichtung von 90°, oder vorzugsweise auf ungefähr 45° (s. Fig. 2).

Zum erfindungsgemäßen Flüssigkristall gehören nematische Flüssigkristalle vom Schiff-Chlor-Typ, vom Azotyp, vom Azoxytyp, vom Benzoattyp, vom Biphenyltyp, vom Pyrimidintyp und vom Dioxantyp sowie Mischungen derselben, insbesondere Mehrkomponenten-Flüssigkristalle. Zu konkreten Flüssigkristallmischungen, wie sie käuflich erhältlich sind, gehören die folgenden: von Merck hergestellte Reihe Z wie Z-1625, Z-1565, Z-1780, Z-1800, Z-1840, Z-1825 und SCB, von BDH hergestellte Reihe E wie E-7, E-37, E-31LV, E-80, E-44, die von Roche hergestellte Reihe R wie R-200, R-623, R-701, R-619, R-627C, die von Chisso hergestellte Reihe L wie L-GR45, L-9106, L-EN24, L-P23NN23 und die von Dai Nippon Ink hergestellte Reihe D wie D-601T, D-X01A und D-800. Außerdem können diese Flüssigkristalle geeignet gemischt werden.

Dann wird dem vorstehend genannten Flüssigkristall ein chirales Hilfsmaterial (optisch aktive Verbindung) zugegeben. Durch diese Vorgehensweise wird die Schraubenganghöhe der Flüssigkristallphase eingestellt. Konkret verwendbare chirale Hilfsstoffe sind die folgenden: Cholesteryl bromid, Cholesteryl-n-Hexylether, Cholesterylbenzoat, Cholesteryl-n-Heptanoat, Cholesteryl-nonanoat, 4,4-(2-methylbutyl)-phenylbenzoesäure-4'-cyanophenylester, 4-n-Hexyloxybenzoesäure-4'-(2-butoxycarbonyl)-phenylester, t-4-(2-Methylbutyl)cyclohexylcarboxylsäure-cyanobiphenyl, 4-(4-Methylbutyl)-4'-cyano-p-terphenyl, N-(4-Ethoxybenzyliden)-4-(2-methylbutyl)anilin, 4-(2-Methylbutyl)benzoesäure-4'-n-hexyloxyphenylester, 4-n-Heptoxy-4'-(methylbutyloxycarbonyl)biphenyl, 4-(2-Methylbutyl)-4'-carbonylphenyl und 4,4-(2-Methylbutyl)phenylbenzoesäure-4'-butylphenylester.

Zu käuflich erwerblichen Erzeugnissen gehört S-8100 (von Merck hergestellt).

Darüber hinaus können andere Verbindungen als die vorstehend genannten nematischen Flüssigkristallverbindungen geeignet gemischt werden. Solche Verbindungen müssen keine Flüssigkristallphase aufweisen. Hierzu gehören:

- a) Verbindungen zum Einstellen des Temperaturbereichs der Flüssigkristallphase;
- b) optisch aktive Verbindungen, die eine große Spontanpolarisation in der ferroelektrischen Flüssigkristall-

phase zeigen oder hervorrufen.

Nachdem der Flüssigkristall in die Zelle eingebracht ist, wird eine Einfüllöffnung mit einem UV-härtbaren Acrylharz gefüllt.

Darüber hinaus kann ein Flüssigkristalldisplay dadurch hergestellt werden, daß ein Polarisator so angeordnet wird, daß seine Polarisationsachse ungefähr rechtwinklig zur vertikalen Richtung der Flüssigkristallzelle verläuft und ein Polarisator ungefähr einer der optischen Achsen der Flüssigkristalle in der Zelle entspricht.

#### Beispiel 1

Fig. 1 ist ein Hauptschnitt durch ein erfindungsgemäßes Flüssigkristalldisplay.

Auf Glassubstraten 1a und 1b werden durchsichtige Elektroden 2a, 2b mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Auf dem Glassubstrat wird als Isolierfilm ein  $\text{SiO}_2$ -Film 3a, 3b durch Abscheidung aus der Dampfphase mit einer Dicke von 100 nm aufgebracht. Danach werden darauf  $\text{SiO}$ -Ausrichtungsfilme durch Schrägabscheidung aus der Dampfphase abgeschieden. Die Bedingungen hierfür werden wie folgt vorgegeben: Dampfabscheidungswinkel von  $70^\circ$  gegen die Normale auf dem Substrat, bei einer Filmdicke von 7 nm. Das obere und untere Substrat werden so aufeinandergeschichtet, daß sie um  $45^\circ$  gegen die Antiparallelenrichtungen hinsichtlich der Dampfabscheidungsrichtung verdreht werden. Die Zellenlänge beträgt  $1,5 \mu\text{m}$ .

In die so hergestellte Zelle wird ein nematischer Flüssigkristall eingefüllt (bei dem 0,36 Gew.-% des chiralen Materials S-811 zum Wirtsflüssigkristall SCB zugemischt sind).

Es ergibt sich eine gleichmäßige und stabile Ausrichtung frei von Abweichungen im bistabilen Zustand. Der Kontrast beträgt 20 zu 1.

#### Beispiel 2

Das Beispiel 2 eines erfindungsgemäßen Flüssigkristalldisplays weist denselben Grundaufbau wie dasjenige des Beispiels 1 auf. Auf Glassubstraten werden durchsichtige Elektroden mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Nach Dampfabscheidung von  $\text{SiO}_2$  mit einer Dicke von 100 nm als Isolierfilm auf den Substraten folgt ein Reiben in derselben Richtung. Dann wird  $\text{SiO}$  durch Schrägaufdampfung aus der Dampfphase abgeschieden, um einen Ausrichtungsfilm herzustellen. Die Aufdampfbedingungen sind dieselben wie oben genannt. Das obere und untere Substrat werden so aufeinandergeschichtet, daß sie gegenüber der antiparallelen Richtung in bezug auf die Dampfabscheidungsrichtung verdreht werden. Die Dicke der Flüssigkristallzelle beträgt wieder  $1,5 \mu\text{m}$ . Es wird derselbe Flüssigkristall wie beim Beispiel 1 angegeben eingefüllt. Es ergibt sich wieder ein gleichmäßiger und stabiler Ausrichtungszustand ohne Abweichung vom bistabilen Zustand.

#### Beispiel 3

Das Beispiel 3 eines erfindungsgemäßen Flüssigkristalldisplays weist denselben Grundaufbau wie dasjenige des Beispiels 1 auf. Auf Glassubstraten werden durchsichtige Elektroden mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Nach dem Auftragen und Ausrichten eines Photoresistharzes (OCD P-59310; hergestellt von Tokyo Applied Chemistry) durch eine Schleudereinrichtung als Isolierfilm folgt ein Sintern bei  $350^\circ\text{C}$ . Auf dem Isolierfilm wird  $\text{SiO}$  durch Schrägabscheidung aus der Dampfphase aufgebracht, um einen Ausrichtungsfilm herzustellen. Die so hergestellten beiden Substrate werden so aufeinandergeschichtet, daß sie um  $45^\circ$  gegenüber der zur Dampfabscheidungsrichtung antiparallelen Richtung verdreht werden. Die Zellenlänge und das Flüssigkristallmaterial sind dieselben wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen. Es ergibt sich eine gleichmäßige und stabile Ausrichtung frei von Abweichungen aus dem bistabilen Zustand.

#### Beispiel 4

Das Beispiel 4 eines erfindungsgemäßen Flüssigkristalldisplays entspricht im wesentlichen dem Beispiel 1. Auf Glassubstraten wird ein  $\text{SiO}_2$ -Film durch Schrägaufdampfung aus der Dampfphase abgeschieden und ausgerichtet, um einen Ausrichtungsfilm zu bilden. Der Dampfabscheidungswinkel beträgt  $74^\circ$  gegenüber der Normalen auf dem Substrat; die Filmdicke ist 7 nm. Die Substrate werden wie beim Beispiel 1 aufeinandergeschichtet (s. Fig. 2). Die Zellenlänge beträgt wieder  $1,5 \mu\text{m}$ . In die fertiggestellte Zelle wird ein nematischer Flüssigkristall eingefüllt (in dem 0,36 Gew.-% des chiralen Materials 9s zum Wirtsflüssigkristall SCB zugemischt sind). Es kann ein gleichmäßiger und stabiler Ausrichtungszustand erhalten werden. Wenn ein impulsförmiges elektrisches Feld von 20 V an das Flüssigkristallpaneel angelegt wird, zeigt sich ein stabiler Zustand. Der Kontrast beträgt 20 zu 1.

#### Beispiel 5

Der Grundaufbau beim Beispiel 5 eines erfindungsgemäßen Flüssigkristalldisplays ist derselbe wie beim Beispiel 1. Auf Glassubstraten werden durchsichtige Elektroden mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Auf dem Substrat wird  $\text{SiO}_2$  aus der Dampfphase mit einer Dicke von 50 nm als Grundfilm abgeschieden. Dann wird auf diesem  $\text{SiO}$  aus der Dampfphase abgeschieden, um einen Ausrichtungsfilm zu bilden. Dabei wird ein Dampfabscheidungswinkel von  $74^\circ$  verwendet; die Filmdicke beträgt 7 nm. Die beiden Substrate werden wie beim Beispiel 1 aufeinandergeschichtet. Die Zellenlänge beträgt wieder  $1,5 \mu\text{m}$ . In die so fertiggestellte Zelle wird ein nematischer Flüssigkristall eingefüllt (in dem 0,36 Gew.-% eines chiralen Materials zum Wirtsflüssigkri-

stall 5CB zugemischt sind. Es wird ein gleichmäßiger und stabiler Ausrichtungszustand erhalten. Wenn ein impulsförmiges elektrisches Feld durch Anlegen von 20 V an das wie vorstehend beschrieben hergestellte Paneel hergestellt wird, ergibt sich ein stabiler bistabiler Zustand; der Kontrast beträgt 20 zu 1.

#### Beispiel 6

Beispiel 6 hat denselben Grundaufbau wie die Flüssigkristallzelle beim Beispiel 1. Auf Glassubstraten werden durchsichtige Elektroden mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Auf den Substraten wird SiO<sub>2</sub> als Grundfilm mit einer Dicke von 300 nm aus der Dampfphase abgeschieden. Dann wird darauf SiO durch Schrägabscheidung aus der Dampfphase ausgebildet, um einen Ausrichtungsfilm zu erzeugen. Der Dampfabscheidungswinkel beträgt 74° gegen die Normale auf dem Substrat; die Filmdicke ist 70°. Die Substrate werden wie beim Beispiel 1 aufeinandergeschichtet, wobei die Zelldicke wieder 1,5 µm beträgt. In die so fertiggestellte Zelle wird ein nematischer Flüssigkristall eingefüllt (bei dem 0,36 Gew.-% eines chiralen Materials zum Wirtsflüssigkristall SCB zugemischt sind). Es wird eine gleichmäßige und stabile Ausrichtung ohne Abweichung im bistabilen Zustand erhalten.

#### Vergleichsbeispiel 1

Der Grundaufbau des Flüssigkristalldisplays gemäß dem Vergleichsbeispiel 1 stimmt mit dem beim Beispiel 1 überein. Auf dem Substrat wird SiO<sub>2</sub> als Grundfilm mit einer Dicke von 30 nm aus der Dampfphase abgeschieden, um einen Ausrichtungsfilm zu erzeugen. Der Dampfabscheidungswinkel beträgt wieder 74°, die Dicke des Films 7 nm. Die Substrate werden wie beim Beispiel 1 mit einer Zelldicke von 1,5 µm zusammengesetzt. In die so hergestellte Zelle wird ein nematischer Flüssigkristall eingefüllt (bei dem 0,36 Gew.-% eines chiralen Materials in den Wirtsflüssigkristall SCB gemischt sind). Eine Auswertung des Ausrichtungszustandes zeigt, daß dieser auf der durchsichtigen Elektrode instabil ist. Das Anlegen einer Spannung führt nicht zu einem bistabilen Zustand. Nach einiger Zeit entsteht ein Kurzschluß zwischen dem oberen und unteren Substrat.

#### Vergleichsbeispiel 2

Das Vergleichsbeispiel 2 eines Flüssigkristalldisplays weist denselben Grundaufbau auf wie das Beispiel 1 der Erfindung. Auf dem Substrat werden durchsichtige Elektroden mit einer Dicke von 100 nm ausgebildet. Dann wird ein SiO<sub>2</sub>-Grundfilm mit einer Dicke von 500 nm aus der Dampfphase abgeschieden. Darauf wird SiO als Ausrichtungsfilm aus der Dampfphase abgeschieden. Der Dampfabscheidungswinkel beträgt 74° gegen die Normale auf dem Substrat; die Filmdicke beträgt 7 nm. Die Substrate werden wie beim Beispiel 1 aufeinandergeschichtet, bei einer Zelldicke von 1,5 µm. Auch wird derselbe Flüssigkristall wie beim Beispiel 1 eingefüllt. Die Orientierung war relativ stabil. Beim Anlegen eines impulsförmigen elektrischen Feldes durch eine Spannung von 20 V wird die Vorrichtung nicht geschaltet. Dagegen wird sie teilweise geschaltet, wenn durch Anlegen von 30 V ein impulsförmiges elektrisches Feld erzeugt wird.

Mit demselben Verfahren wird die Dicke der durchsichtigen Elektrode auf 100 nm (festgelegt) eingestellt. Dann wird die Dicke des Isolierfilms gemäß Beispielen zu 75, 100, 150, 200, 250 nm geändert. Als Vergleichsbeispiel wird eine Anzeigevorrichtung hergestellt, bei der die Dicke des Isolierfilms 40 nm beträgt, um die Flüssigkristall-Ausrichtung auszuwerten. Tabelle 1 zeigt die Auswertung für den Ausrichtungszustand im nematischen Flüssigkristall, wenn sich die Dicke des Isolierfilms im Bereich von 30 bis 500 nm ändert.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, zeigt der Flüssigkristall dann, wenn die Dicke des Isolierfilms zwischen 60 und 300 nm liegt, einen stabilen Ausrichtungszustand, und das Schalten erfolgt stabil.

Tabelle 1

Beziehung zwischen der Dicke des Isolierfilms und dem Ausrichtungszustand

Dicke	30	40	50	75	100	150	200	250	300	500
Ausrichtung	x	Δ	o	o	o	o	o	o	o	Δ

Das Symbol o zeigt günstige Stabilität im Ausrichtungszustand an.

Das Symbol Δ zeigt stabilen Ausrichtungszustand, jedoch instabiles Schalten an.

Das Symbol x zeigt an, daß die Orientierung instabil ist.

Bei diesem Beispiel wurde SiO<sub>2</sub> oder ein Photoresistharz (OCD P-59310; hergestellt von Tokyo Appl. Chem.)



verwendet. Bei der Erfindung muß nur das ganze Substrat gleichförmig beschichtet werden, um für bistabile Ausrichtung zu sorgen. Als Isolierfilm können Materialien wie Siliciumdioxid, Titanoxid, Aluminiumoxid, Polyimid oder dergleichen verwendet werden. Darüber hinaus kann zum Ausbilden des Isolierfilms jedes Verfahren verwendet werden wie Sputtern, Abscheidung aus der Dampfphase, CVD oder Beschichten durch Schleudern. Die Erfindung ist nicht auf die vorigen Beispiele beschränkt. Die Dicke des Isolierfilms kann im Bereich von 0,02 bis 0,5 µm, bevorzugt im Bereich von 0,05 bis 0,2 µm, eingestellt werden. 5

Die Erfindung ermöglicht das Herstellen eines Flüssigkristalldisplays mit großer Fläche, das mit erhöhter Geschwindigkeit betrieben werden kann. Es zeigt einen gleichmäßigen Orientierungszustand über eine größere Fläche als bei herkömmlichen Displays. Das Display wird von Vertiefungen und Vorsprüngen an der Oberfläche der durchsichtigen Elektroden nicht beeinflusst, und es ist ein stabiler Zustand bei bistabilen Schaltvorgängen möglich. 10

#### Patentansprüche

1. Bistabiles Flüssigkristalldisplay, bei dem ein Paar Substrate (1a, 1b), auf denen durchsichtige Elektroden (2a, 2b) ausgebildet sind, ungefähr parallel zueinander ausgerichtet sind, wobei ein Ausrichtungsfilm (4a, 4b) auf jeder der durchsichtigen Elektroden ausgebildet ist und ein nematischer Flüssigkristall (6) zwischen das Paar Substrate eingefüllt ist, um eine Flüssigkristallzelle zu bilden, und eine Umschaltvorrichtung angebracht ist, um die optische Achse des Flüssigkristalls durch wahlweises Anlegen einer Spannung an die Elektroden umzuschalten, dadurch gekennzeichnet, daß ein Isolierfilm (3a, 3b) zwischen dem Substrat und dem Ausrichtungsfilm vorhanden ist. 15
2. Display nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierfilm (3a, 3b) eine Ausrichtbehandlung erfahren hat. 20
3. Display nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierfilm (3a, 3b) eine Dicke von 0,01 bis 1 µm aufweist. 25
4. Display nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierfilm (3a, 3b) eine Dicke aufweist, die das 0,5- bis 3,0fache der Dicke der Elektroden (2a, 2b) ist. 30
5. Display nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierfilm (3a, 3b) ein Film aus einem anorganischen Material ist, das aus der SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub> und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> umfassenden Gruppe ausgewählt ist. 35
6. Display nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Isolierfilm (3a, 3b) aus einem organischen Material besteht, das aus der aus Polyimid, einem Photoresistharz und einem polymeren Flüssigkristall bestehenden Gruppe ausgewählt ist. 40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

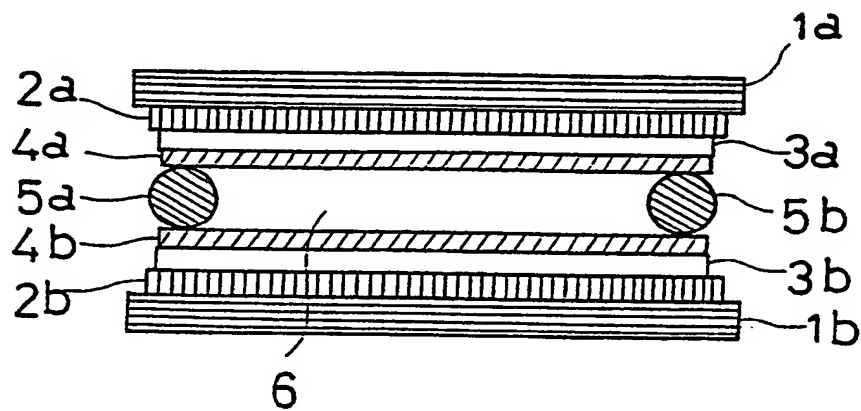
50

55

60

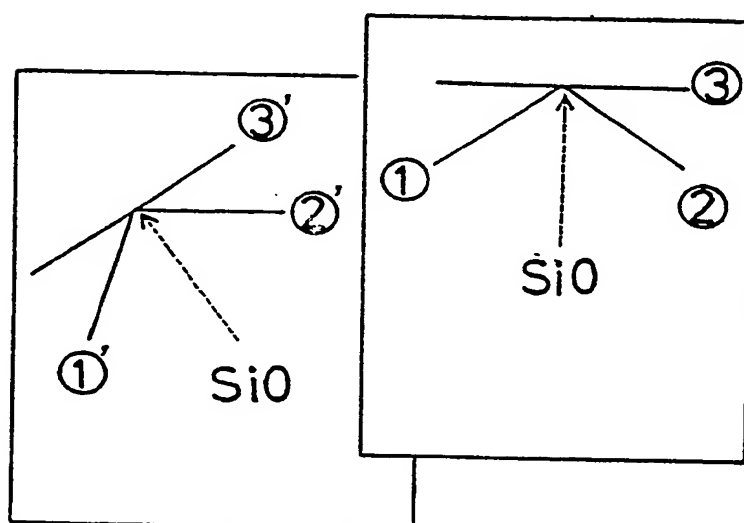
65

F i g . 1





F i g . 2



F i g . 3

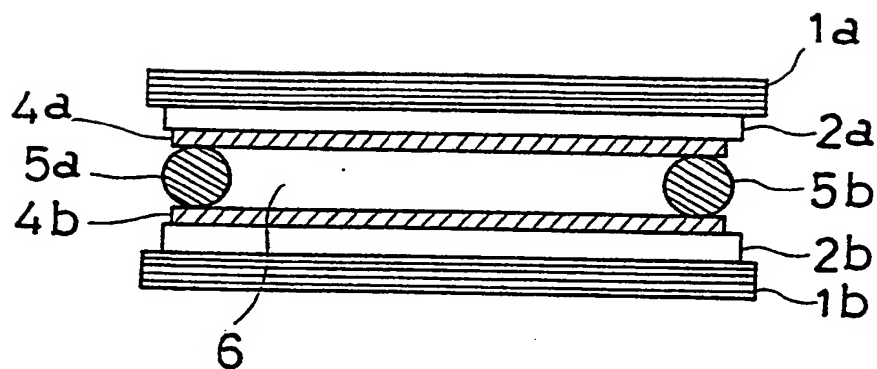


Fig. 4

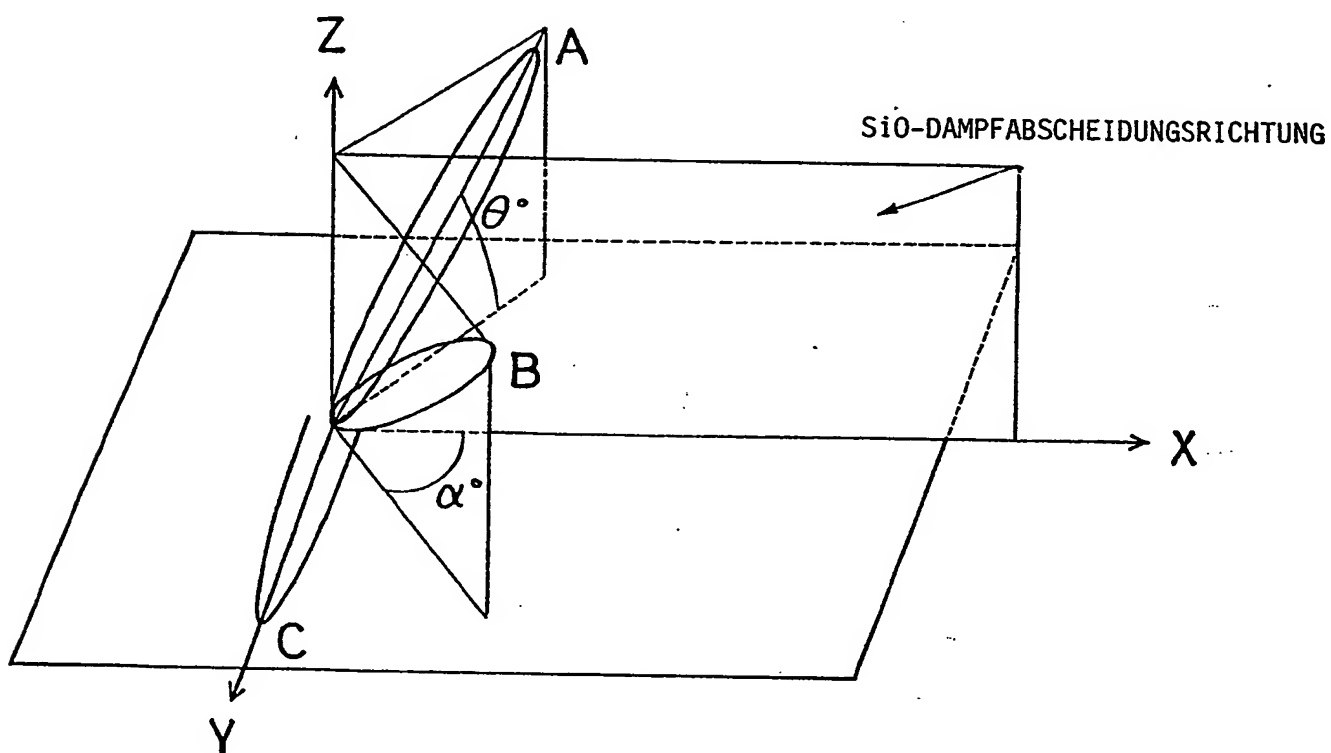


Fig. 5

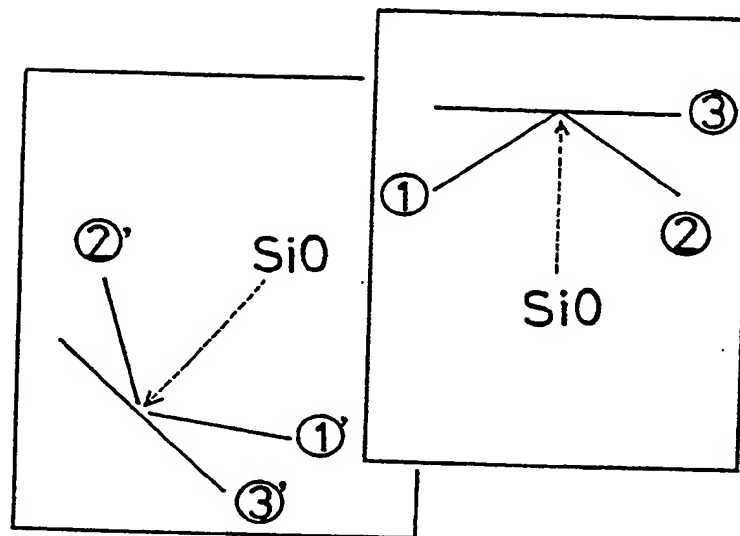


Fig. 6

